

## МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО

Физика: Методология на обучението 2 (2014) 262–271

### Физиката и съвременната техника

Иновативна бакалавърска програма по “Инженерна физика” на Висшето училище в Аахен, Германия

Любомир Лазов, Христина Денева

Faculty of Engineering Rēzeknes Augstskola, Atbrīvošanas aleja 115, Rezekne, Latvia

**Съдържание.** Днес светът се развива с невероятни бързи темпове. Непрекъснато възникват нови технологии, които доскоро се смятаха за невъзможни. Скоростта, с която иновациите се реализират, нараства от година на година. Това налага нови изисквания към учебните планове и програми във Висшите училища за обучение на инженери.

Интегрирайки се в Европейското образователно пространство за нашите академични среди и реформираща се образователна система е важно да познават положителните практики и тенденции в областта на новите инженерни образователни програми, които Висшите училища предлагат в една водеща в индустриално отношение държава, каквато е Ф.Р. Германия. Приоритет за Германия и ЕС е през следващите 10–15 години да се подготвят инженерни кадри, отговарящи на съвременните високо технологични предизвикателства на 21-ви век. Европейската програма “ЕРАЗЪМ+” открива широки възможности за преподавателски и студентски обмен, и за създаването на мултинационални бакалавърски и магистърски програми. Изследването разглежда и дискутира успешна бакалавърска програма по специалността “Инженерна физика”, която се реализира от Висшето училище в Аахен, Германия. Показани са и възможностите за кариерно развитие, както и областите на приложение на завършилите специалността бакалаври.

### 1 Въведение

Към настоящия момент в Р. България бакалавърска програма по специалността “Инженерна физика”, се предлага в три университета: СУ “Св. Климент Охридски”, ПУ “Паисий Хилендарски” и Технически университет – София, като редовна форма на обучение в продължение на осем семестъра.

През последните 7 години новата атрактивна и ориентирана към бъдещето специалност по “Инженерна физика” успешно се наложи и във Висшето училище в Аахен. Може би появяването и се дължи и на факта,

че в непосредствена близост до кампуса на Висшето училище в Юлих е и Научно изследователският център известен със своя Лауреат на Нобелова награда за 2007 г., немският физик Петер Грюнберг. Откритието на Фер и Грюнберг – гигантското магнитосъпротивление, позволява значително да се намалят размерите на твърдите дискове. Това се счита и за първото реално приложение на нанотехнологиите в света [1]. Връзките на училището и института са една сериозна предпоставка за иновативно развитие на учебната и научно-изследователската работа със студентите.

Този контакт е и една сериозна предпоставка студентите да разберат и усетят, че физиката е жива и динамично променяща се наука. В съвременната си форма физиката активно се развива и обогатява вече повече от 400 години. Започвайки от революционните идеи на Кеплер и Галилей за света, преминавайки през изграждането на единна картина на природните феномени и на материалния свят в който живеем, днес физиката е една търсеща и непрекъснато обновяваща се наука, осигуряваща солиден плацдарм за реализиране на съвременната техника и технологии.

Служейки си с методите на наблюдението, измерванията и анализите, физиката осигурява предпоставка за изграждане у студентите на експериментални и теоретико-аналитични подходи при решаването на редица инженерни задачи в заобикалящия ни технологичен свят.

Важен елемент на обучението по физика е и нейната особеност: да реализира контрол и оценка на собствените си идеи, теории и резултати в практиката (От природата през експеримента и теорията, и обратно през проверката на природата към истината). Физическите знания придобити по време на обучението в специалността “Инженерна физика” позволяват на обучаващите да опознаят този процес и да придобият необходимите умения, за да го прилагат в своите практически инженерни дейности.

Красотата и простотата на основни природни закони, като тези на А. Айнщайн (A. Einstein) [2]  $E = mc^2$  и М. Планк (M. Planck) [3]  $E = h\nu$ , са предпоставка за опознаването на големите енергии, движещи универсума в който живеем, но същевременно предупреждаващи ни за големите опасности, които се крият в дървото на познанието. Двама известни физици Х. Бете (H. Bethe) [4] и К.Ф. фон Вайцзекер (Carl Friedrich Weizsäcker) [5], които на базата на зависимостта  $E = mc^2$  разкриха в резултат на какво слънцето и звездите черпят енергия, за да светят, са и едни от най-ревностните защитници на мирното използване на ядрената енергия и борци против производството на ядрени оръжия и тяхното разпростра-

нение. Изграждането на научен мироглед чрез обучението по физика е непосредствено свързано и с осъзнаване на опасностите, които грозят човечеството от нерационалното и небалансирано развитие на икономиката и техника на нашата малка но красива планета Земя – люлка на човешкия разум.

Физиката е наука, която не разглежда само сухи факти и съдържание, а открива възможности за събуждане на любопитството и жаждата от търсенето на нови решения в науката. Студентите имат възможността да разширяват своите знания и самостоятелно да изградят физични модели за решаване на конкретни инженерни проблеми.

## 2 Изложение

### 2.1 Области на реализация

Специалността “Инженерна физика” предлага на своите абсолвенти широки възможности за реализация в различни области на индустрията, особено в нови иновативни направления, свързани с приоритетите на развитие на света през 21-ви век.

Инженерите придобили по време на своето следване солидна подготовка в природо-математичните и технически науки могат успешно да се реализират в следните области:

- автомобилостроенето;
- машиностроене и уредостроене;
- полупроводниковата индустрия;
- лазерна техника и оптични технологии;
- медицинска техника;
- научно изследователския сектор.

Абсолвентите завършили специалността “Инженерна физика” са търсени във фирми и звена, където се решават технически проблеми на базата на задълбочени знания в областта на физическите процеси и се изискват широки интердисциплинарни познания (компетенции) за:

- научни изследвания и развитие;
- проектиране и планиране;
- конструиране и тестване на нови изделия;
- производство и сервизна дейност;
- монтаж и усвояване на ново производство;
- маркетинг и оценка на качеството;
- управление и организация на производството;
- квалификация и преквалификация на персонала и др.

Областите на приложение на инженерите, завършили специалността “Инженерна физика”, са така многостранни, защото обучението е съобразено с потребностите на бизнеса – обучаемите да имат стабилни фундаментални знания в областта на природоматематичните науки, за да могат бързо да се адаптират и приспособят към бързо изменящите се технически и технологични предизвикателства, поставени пред съвременното индустриално производство.

## 2.2 Професионални компетентности

Обучението по специалността “Инженерна физика”, завършващо с изпит и бакалавърски тезици, осигурява на обучаващите се по всички изучавани дисциплини предимно научно приложни знания и компетенции. То дава възможност усвоените научни и инженерни методи да се използват при анализа на конкретни технически процеси и решаването на практически ориентирани задачи. Завършилите бакалавърската степен имат широки фундаментални научни и технически знания, което е предпоставка за бърза адаптация към бързо изменящите се условия на пазара на труда. Същевременно знанията им са в съответствие със съвременното научно и професионално ниво, което им позволява успешно да формулират и решават проблемни интердисциплинарни задачи в своята професионална област. Те имат изградено критично отношение към теории, принципи и методи и са в състояние да усъвършенстват, развиват и задълбочават своите професионални знания, работейки съвместно с екип от специалисти от различни области на знанието. Успешно могат да формулират нови идеи, като ги аргументират на базата на научни анализи, представяйки и защитавайки ги пред компетентни професионални форуми.

## 2.3 Предпоставки за вход в специалността

Предпоставка за кандидатстване по специалността е завършено средно образование. Очаква се кандидат-студентите да имат добри познания по предметите Физика, Математика и другите природонаучни дисциплини. Допълнително се изисква удостоверяване, че кандидатът е минал 12-седмична практика; желателно е тя да е в професионалната област.

Желателно е преди започването на първия семестър кандидат-студентът да е преминал 8 седмици практика във дадена фирма, а останалите 4 седмици могат да се реализират до началото на 3-и семестър. На завършили професионална гимназия (техникум) им се признава практиката, включена в учебния им план в съответното професионално направление.

Изискуемата практика за кандидат-студентите е необходима за успешното включване на обучаемите още от първия учебен ден в учебния процес (лекции, семинари, упражнения), както и на по-късен етап за усвояване на практическо ориентираното обучение в специалността. По време на следването от студентите се изискват да извършват редица практически дейности в конкретните инженерни професионални области, за което е необходима и предварителната практическа подготовка от 12 седмици в реални производствени условия. Очакванията са по време на практиката, обучаващият да е придобил конкретни умения и дейности в областта на металообработката, електротехниката и електрониката. Затова е препоръчително практиката окончателно да е приключила до началото на следването. Удостоверяването на проведената практика става със специален документ, от който ясно се вижда както продължителността, така и вида на извършваните дейности.

#### 2.4 План на учебния процес по семестри

Обучението на студентите от специалност “Инженерна физика” продължава осем семестъра и е разделено на две части. През първите три семестъра на следването студентите изучават основни математически и физически дисциплини, които формират *базисното обучение*. Заедно с фундаменталните знания по физика и математика, те получават и подготовка по Техническа информатика, Техническа механика, Електротехника, Химия, Материалознание, Икономика на предприятието и т.н.

През втория етап на обучението са включени пет семестъра, от които един е провеждане на практика в предприятие, свързано със специалността. Желателно е по време на практиката да се подбере и бакалавърската теза, свързана с конкретен проблем във фирмата. По време на обучението през тези 4 семестъра (4,5,6 и 8) се получават 120 кредита. Профилиращият модул представлява синтез от учебни дисциплини, които включват специализирани задължителни и избираеми дисциплини и имат за цел да създадат една стабилна и универсална система от знания, на базата на която се изграждат практически умения и знания, необходими за овладяването на съвременните инженерни технологии.

Специалността “Инженерна физика” има амбицията да подготвя кадри, които след дипломирането си, благодарение на придобитите общи универсални знания и умения, ще са способни за кратко време да овладяват нови компетентности и да се адаптират бързо към изискванията на авангардните технологии на 21-и век. Това особено се отнася до високо технологичните области с висок темп на технологично обновление, каквито например са иновативните лазерни и оптични технологии.

Продължителността на обучението през зимен семестър е 15 учебни седмици, а през летения – 14 учебни седмици.

Таблица 1. Програма

Съкращения: З/И – задължителна/избираема; К – кредити; Л – Лекции;  
У – Упражнения; П – Практикум; С – Семинар;  $\Sigma$  – Общ брой часове

Дисциплина	З/И	К	Л	У	П	С	$\Sigma$
<b>Първи семестър</b>							
Математика 1	3	8	4	4	0	0	8
Физика 1	3	6	4	2	0	0	6
Информационна техника 1	3	5	2	1	2	0	5
Химия	3	3	3	0	0	0	3
Техническа механика 1	3	4	2	2	0	0	4
Техническа документация 1	3	2	1	1	0	0	2
Материалознание	3	2	1	1	0	0	2
<b>Сума</b>		<b>30</b>	<b>19</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>32</b>
<b>Втори семестър</b>							
Техническа механика 2	3	4	2	2	0	0	4
Материалознание	3	5	2	1	2	0	5
Математика 2	3	8	4	4	0	0	8
Физика 2	3	6	2	2	2	0	6
Информационна техника 2	3	4	2	0	2	0	4
Основи на електротехниката	3	4	2	2	0	0	4
<b>Сума</b>		<b>31</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>31</b>
<b>Трети семестър</b>							
Физика 3	3	6	4	2	0	0	6
Математика 3	3	8	4	4	0	0	8
Машинни елементи и чертане	3	8	4	4	2	0	8
Измерителна техника	3	5	2	1	2	0	5
Основи на CAD техниката	3	2	1	0	2		3
<b>Сума</b>		<b>29</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Четвърти семестър</b>							
Физика 4	3	8	4	2	2	0	8
Измерителна техника 2	3	5	2	1	2	0	5
Автоматика и управляваща техника 1	3	5	2	2	1	0	5
Икономика на предприятието	3	4	4	0	0	0	4
Електроника 1	3	4	2	2	0	0	4
Машинни елементи и дизайн	3	4	2	2	0	2	4
<b>Сума</b>		<b>30</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>30</b>

Таблица 1. Продължение

Дисциплина	З/И	К	Л	У	П	С	Σ
<b>Пети семестър</b>							
Физика 5	3	7	2	2	2	0	6
Автоматика и управляваща техника 2	3	5	2	1	2	0	5
Полупроводникова техника/нанотехнологии 1	3	6	2	2	2	0	6
Лазерна техника 1	3	5	2	1	2	0	5
Електроника 2	3	3	2	1	0	0	3
Физичен семинар	3	2	0	0	2	0	2
Проект	3	2	0	0	0	2	2
<b>Сума</b>		<b>30</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>29</b>
<b>Шести семестър – 30 ECTS от избираеми модули</b>							
Физически методи в индустрията	3	10	4	3	3	0	10
Инженерни приложения в практиката	3	10	4	2	6	0	10
Индустриална електроника	3	10	5	4	2	0	10
Нови материали и методи за изследването им	3	10	4	4	2	0	10
<b>Сума</b>		<b>40</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>40</b>
<b>Седми (практически) семестър</b>							
<b>Осми семестър</b>							
Проект	3	15					0
Бакалавърска теза	3	12					0
Колоквиум	3	3					0
<b>Сума</b>		<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## 2.5 Учебното съдържание по физичните дисциплини

Учебното съдържание за първи семестър включва общо 60 часа по дисциплината “Физика 1” (за 15 учебни седмици). Учебно-познавателната дейност на студентите, под формата на 30 часа лекции, е в областта на Механиката (трансформация, ротация, деформация) и Термодинамиката (идеални газове, колориметрия). В рамките и на други два часа седмично под формата на упражнения (общо 30 часа), използвайки не сложен математически инструментариум, студентите имат възможността да прилагат придобитите теоретични знания и умения в конкретни задачи в посочените области на физиката.

В учебния план през втори семестър са предвидени 84 часа по “Физика 2” (при 14 учебни седмици). Като 28 часа от тях са за изграждане на знанията чрез лекции върху “Трептения и вълни”, Електростатика (електрически товари, полета, електрични сили) и Магнитостатика (потоци, полета, магнитни сили, магнитни свойства на веществото). За планирането, извършването и експерименталната проверка на физическите

закономерности и явления по “Електростатика” и “Магнитостатика” са предвидени 28 часа Лабораторен практикум. Останалите часове (28 часа) за решаване на проблемни инженерни задачи с помощта на физически методи и модели.

Във учебното съдържание на “Физика 3” в рамките на 60 часа лекции, се предлага въведение в проблематиката на класическата физика и физиката на микрониво (Атомна физика). През третия семестър студентите, на базата на придобитите знания по време на лекциите, трябва да могат да се справят и със задачи от микрофизиката и класическата физика, намиращи конкретно практическо приложение в техниката. Затова са определени 30 часа упражнения.

През четвърти семестър близо 1/3 от общото учебно време е за учебен материал в областта на “Физиката на твърдото тяло” и “Микрофизиката” – Ядрена физика и Квантова физика – “Физика 4”. Придобитите по време на лекции физични методи и модели подпомагат решаването на важни инженерно-технически проблеми от практиката в области като: физика на полупроводниците, измерителна техника, лазерна техника и медицинска техника. Основният акцент тук пада както върху количественото, така и за качествено решаване на инженерните проблеми, свързани с практиката. В учебният план за този семестър са предвидени по два часа седмично упражнения и практикум, допринасящи за развитието на творческите способности на бъдещите инженери.

Формирането на един стабилен фундамент от физични знания и умения е предпоставка за развитието на творческо и иновативно мислене у студентите. Прилагането на придобитите знания в непосредствената инженерно-практическа дейност продължава и през петия семестър. Тук “Физика 5” е застъпена в учебния план с по 2 часа лекции, упражнения и практикум седмично. Лекциите са предимно свързани с актуални въпроси на съвременната физика и се водят от водещи учени и специалисти от научно изследователските институти. Допълнително под формата на специализиран физичен семинар са заложили 28 часа, имащи за цел да доразвият творческите способности на студентите. По време на тези семинари, обучаемите разработват самостоятелно определена тема от своята бъдеща професионална област, която след това презентират пред своите колеги в групата. Така те добиват и способността да водят научна дискусия, да отстояват своите идеи и да работят, ако се наложи в екип, да боравят с инструментариума на мултимедийната техника по определения проблем, за който са се подготвили старателно, предварително.

### 3 Заключение

Днес повече от всякога е ясно, че природознанието и техниката са необходимият фундамент за повишаване на благосъстоянието на народите от Обединена Европа. Икономическият просперитет на европейският континент е свързан с успешното развитие на иновативните технологии и изделия, които се предлагат на световния пазар в конкурентната битка с Америка и бурно развиващата се Азиатска икономика. Природонаучните знания по “Физика” са не само фундамент, но и мощен стимул за развитие и реализиране на нови инженерно-технически постижения. Достиженията и знанията в съвременната физика са определящи за бъдещото на техниката на утрешния ден. Затова търсенето и развитието на нови студентски програми в тази насока е първостепенна задача пред европейските образователни системи и пред нас в България, ако не искаме през следващите 20–25 години да изоставаме в интензивно развиващия се глобален свят на нашата планета. Опитът и реализацията от въвеждането на новата бакалавърска специалност “Инженерна физика” във висшето училище Аахен, Германия, е добър пример в тази насока, който може да бъде полезен и за нашата образователна система. Успешно може да се мисли и за една съвместна европейска интеграция по линия на Европейската програма Еразъм+ в специалността “Инженерна физика”.

### Библиография

- [1] P. Grünberg and A. Fert (2007) “The Nobel Prize in Physics 2007” [online database]; [www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2007/](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/) [cited 10 November 2014].
- [2] A. Einstein. “Does the Inertia of a Body Depend upon Its Energy-Content?” [online database], [www.fourmilab.ch/etexts/einstein/E\\_mc2/www/](http://www.fourmilab.ch/etexts/einstein/E_mc2/www/) [cited 10 November 2014].
- [3] M. Planck (1901) “Über das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum”. *Annalen der Physik* **4** 553-563.
- [4] H.A. Bethe, R.F. Bacher (1936) Nuclear Physics, Teil A, Stationary States of Nuclei, *Reviews of Modern Physics* **8** 82.
- [5] C.F. Von Weizsäcker (1935) Zur Theorie der Kernmassen. *Zeitschrift für Physik* **96** 431-458.

**Physics and Modern Engineering**  
**(An innovative bachelor program in “Engineering Physics” of**  
**the University of Applied Science in Aachen, Germany)**

**L. Lazov, H. Deneva**

Faculty of Engineering Rēzeknes Augstskola,  
Atbrīvošanas aleja 115, Rezekne, Latvia

**Abstract:** The world today is developing with incredibly accelerated rates. New technologies emerge continuously, which until recently were considered impossible. The rate is increasing with which innovations are realized from year to year. This imposes new requirements to the curricula and programs in Higher Educational Institutions for learning of engineers. By integrating in the European educational area for our academic community and reforming education system it is important to know the successful practices and solutions in the field of new engineering education programs that the universities offer in a leading industrialized country such as F.R. Germany is offering. A priority for Germany and the EU over the next 10-15 years is to prepare engineers, corresponding to the modern high-tech challenges of the 21<sup>st</sup> century. European program ERASMUS+ provides opportunities for academic and students exchanges, and to create of multinational bachelor and master programs. The study examines and discusses successful a curriculum and a program in which are realized by the University of Applied Science, Aachen. The possibilities for the career development and the fields of applications by graduates in this subject are presented below.